

## APPARATUS AND METHOD FOR ULTRASONIC FLAW DETECTION INSPECTION TO SMALL DIAMETER PIPING WELD PART

Patent Number: JP2001074712  
Publication date: 2001-03-23  
Inventor(s): KIMURA YUTAKA; NAKAMURA KOJI; KUGE MIKIO  
Applicant(s): NIPPON SANSO CORP;; ASPECT:KK  
Requested Patent: JP2001074712  
Application Number: JP19990248012 19990901  
Priority Number(s):  
IPC Classification: G01N29/26; G01N29/10  
EC Classification:  
Equivalents:

### Abstract

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an inspecting apparatus and an inspecting method whereby a welding defect of particularly a small diameter piping can be quantitatively and surely inspected through ultrasonic flaw detection.

**SOLUTION:** The ultrasonic flaw detection inspection apparatus comprises a measuring part 1 including an ultrasonic probe 2 set to a piping P to be measured, a scanning mechanism part 4 for rotating the probe 2 along a circumferential wall P0 of the piping P and a fixing means 3 for arranging and fixing the ultrasonic probe 2 into touch with the circumferential wall of the piping P, and a data-collecting/recording/processing part 21 for controlling driving the scanning mechanism part 4, controlling driving the probe 2 and, executing a process of collecting, recording and operating data received by the probe 2, etc. The apparatus has an ultrasonic wave-transmitting part 2a for bringing longitudinal waves or plate waves to the ultrasonic probe 2 with an angle to an axis direction of the piping P, and a receiving part 2b for receiving the emitted ultrasonic waves. A weld part of the piping is inspected by the inspecting apparatus according to the inspecting method.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-74712

(P2001-74712A)

(43) 公開日 平成13年3月23日 (2001.3.23)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	デマコト* (参考)
G 0 1 N 29/26	5 0 1	G 0 1 N 29/26	5 0 1 2 G 0 4 7
29/10	5 0 5	29/10	5 0 5

審査請求 有 請求項の数 6 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平11-248012

(22) 出願日 平成11年9月1日 (1999.9.1)

(71) 出願人 000231235

日本酸素株式会社

東京都港区西新橋1丁目16番7号

(71) 出願人 591102903

株式会社アспект

東京都江戸川区東葛西6丁目2番3号

(72) 発明者 木村 裕

東京都港区西新橋1丁目16番7号 日本酸素株式会社内

(74) 代理人 100064908

弁理士 志賀 正武 (外7名)

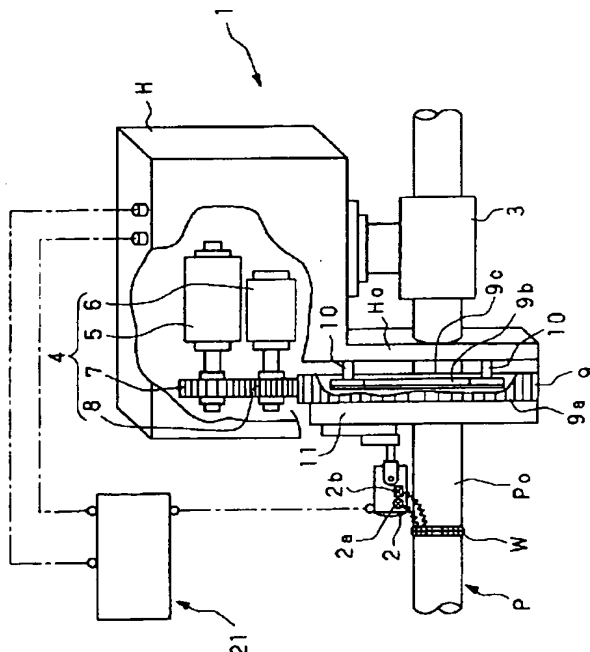
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 小径配管溶接部の超音波探傷検査装置及び検査方法

(57) 【要約】

【課題】 特に小径配管の溶接欠陥を、超音波探傷によって定量的に確実に検査し得る検査装置と検査方法の提供。

【解決手段】 被測定配管Pに配される超音波探触子2、該探触子2を配管Pの周壁P<sub>0</sub>に沿って回転させる走査機構部4及び前記探触子2を配管の周壁Pに接触するよう配置固定する固定手段3よりなる測定部1と、前記走査機構部4の駆動の制御、前記探触子2の作動制御、及び前記探触子2で受信したデータの収録・演算処理等をするデータ収録処理部21でなるとともに、前記超音波探触子2に縦波又は板波を被測定配管Pの軸方向に沿って角度を持って入射する超音波発信部2aと、該発信された超音波を受信する受信部2bが配されてなる超音波探傷検査装置と、該検査装置によって配管の溶接部を検査する方法。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 被測定配管に接触して配される超音波探触子、該超音波探触子を被測定配管の中心軸を軸に回転させる走査機構部及び前記超音波探触子を被測定配管の周壁に接触するよう配置して固定する固定手段よりなる測定部と、該測定部の走査機構部の駆動の制御、超音波探触子の作動制御、及び超音波探触子で受信されたデータを収録演算処理をなすデータ収録処理部でなるとともに、前記超音波探触子に、縦波又は板波よりなる超音波を発信し、被測定配管の軸方向に沿って角度をもって入射するよう配された超音波発信部と、該発信された超音波を受信する受信部とを配してなることを特徴とする小径配管溶接部の超音波探傷検査装置。

【請求項2】 上記データ収録処理部に超音波探触子が受信した超音波波形の半波整流波形又は全波整流波形を一定距離区間の検査対象範囲について数値積分演算をするための波形デジタル化回路と、演算処理回路を備えたコンピュータとを設けてなることを特徴とする請求項1記載の小径配管溶接部の超音波探傷検査装置。

【請求項3】 上記超音波探触子には、該超音波探触子を被測定配管に接触せしめるための付勢部材が具備されていることを特徴とする請求項1又は2記載の小径配管溶接部の超音波探傷検査装置。

【請求項4】 被測定配管に面する超音波探触子の面がほぼ配管の曲率と等しいことを特徴とする請求項1乃至3のいずれか1項記載の小径配管溶接部の超音波探傷検査装置。

【請求項5】 超音波探触子内の超音波の発信部をなす圧電素子の形状が、検査する被測定配管と同心円の曲面を有することを特徴とする請求項1乃至4のいずれか1項記載の小径配管溶接部の超音波探傷検査装置。

【請求項6】 超音波探触子を配管溶接部近傍に設置し、超音波探触子に具備された超音波の発信部から縦波又は板波の超音波を被測定配管の軸方向に角度をもって発信し、該発信した超音波を受信部で受信した後、超音波探触子を被測定配管の中心軸を中心に一定間隔回転させ、再度同様に超音波を発信、受信し、以後繰り返して逐次所定角度回転し、全周の各角度位置で超音波の発信・受信をして、各回転角度位置での溶接部所定検査対象範囲の受信波量を数値積分演算して溶接部の良否を評価することを特徴とする小径配管溶接部の超音波探傷検査方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ステンレス鋼製等の小径配管の溶接部について、超音波を用いた非破壊的手法によって検査する装置並びにその装置を使用した検査方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、片面突き合わせ溶接を行う場合、

開先の形状をI型、V型、レ型、J型及びU型に加工し、溶接を行っている。これらの開先形状で溶接を行う際に、開先部の溶接面内面が溶接されず残存すると、強度不足となったり、隙間腐食の原因となったり、さらには半導体製造産業等の極微細な金属粒が問題となる配管系ではパーティクルの発生源となるといった問題が生じていた。そしてその原因としては、例えば溶接時にアーク狙いの設定ミスにより溶接線にずれが生じ、裏波ビードが突合せ部内面側まで届かず開先が残存したり、溶接条件の設定ミスにより完全溶け込みが得られず、配管溶接部内面側の開先が残存したりすることがあげられる。

【0003】又異種金属を溶接する場合、たとえ正確に溶接線に沿って溶接したとしても、被溶接金属の融点の差により溶け込み量が異なり、溶接金属が一方の金属に偏る片溶け込みが起き、配管溶接部内面側の開先が残存し、溶接不良となる場合がある。さらに同じ金属同士を溶接したとしても、その被溶接金属の不純物含有量の違いにより、溶融金属の表面張力が異なるため、異種金属を溶接した場合と同様に溶接金属が片方の被溶接物に片よってしまうという問題が生じていた。

【0004】そのため溶接施工後、通常はこれらの欠陥がないかどうか、ボアスコープを用い、目視にて配管溶接部内面側の状況を確認しているが、長い経路を有した配管や小径配管では、この状況の確認が困難であって、溶接部の外表面の状況を檢視することにより、溶接部の裏面を推定するしかなく、これによる良否の判断は高度な熟練技能が必要であった。又その上、この判断は非定量的なものであるに過ぎなかった。

【0005】このようなことから、突合せ配管の溶接部内面状況を非破壊で、定量的に検査する方法として、放射線透過試験、超音波探傷試験が一般的に採用されている。しかし、放射線透過試験で小径配管の内面を検査する場合、溶接部が微小であるために欠陥を確実に見つけ出すのは困難であるにもかかわらず、実施するためのコストが高価になったり、X線を使うための安全性を確保することの必要性の点から小径配管の突合せ部の定量検査としては実用的ではなかった。

【0006】又超音波探傷検査において、通常の横波を用いる場合、横波は指向性が非常に高いため溶接部の肉厚（深さ）方向の検査をするためには、超音波振動子を配管の長さ方向に動かし、配管の肉厚全体に横波を通す必要があった。しかも配管溶接部の溶接線に沿って、各部にてこの配管の長さ方向に動かす必要があり、溶接部一個所を検査するにも多大な時間を要していた。しかも特に小径管は極めて狭い部分に配管されることが多く、溶接施工後に手動にて配管の長さ方向に移動させながら、溶接線の各部を検査するのはほとんど不可能に近かった。

【0007】又特にオーステナイト系のステンレス鋼を対象に超音波探傷試験を行うと、溶接部の粗大柱状晶に

より小さなノイズである林状エコーが生じ、それが重なり合い大きな振幅を有する擬似エコーになるため、微少な突合せ溶接部では、欠陥エコーを通常行われる振幅の差で認識することは極めて困難であった。又この場合、微妙に動かし擬似エコーかどうか判断を行う必要があり検査精度を向上させるため経験に基づく熟練した技術と時間が必要であり、自動化することも困難であった。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】上記事情に鑑み、本発明は、溶け込み不良、溶接線のずれ、異種金属ならびに不純物に起因した配管溶接部内面側に残存した溶接欠陥に関し、非破壊検査である超音波探傷試験を用いて確実にその欠陥を判断できるようにすることを目的とする。特に探触子（超音波発振器）を配管長さ方向に動かすことを必要とせず簡便であり、欠陥を定量的に示す検査方法並びにその装置を提供することを本発明の課題とするものである。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記した従来の不都合、問題点を解消して、前記課題を解決するため、請求項1に係わる発明は、被測定配管に接触して配される超音波探触子、該超音波探触子を被測定配管の中心軸を軸に回転させる走査機構部及び前記超音波探触子を被測定配管の周壁に接触するよう配置して固定する固定手段よりなる測定部と、該測定部の走査機構部の駆動の制御、超音波探触子の作動制御、及び超音波探触子で受信されたデータを収録演算処理をなすデータ収録処理部でなるとともに、前記超音波探触子に、縦波又は板波よりなる超音波を発信し、被測定配管の軸方向に沿って角度をもって入射するよう配された超音波発信部と、該発信された超音波を受信する受信部とを配してなることを特徴とする小径配管溶接部の超音波探傷検査装置としたものである。請求項2に係わる発明は、上記データ収録処理部に超音波探触子が受信した超音波波形の半波整流波形又は全波整流波形を一定距離区間の検査対象範囲について数値積分演算をするための波形デジタル化回路と、演算処理回路を備えたコンピュータとを設けてなることを特徴とする請求項1記載の小径配管溶接部の超音波探傷検査装置としたものである。請求項3に係わる発明は、上記超音波探触子には、該超音波探触子を被測定配管に接触せしめるための付勢部材が具備されていることを特徴とする請求項1又は2記載の小径配管溶接部の超音波探傷検査装置としたものである。請求項4に係わる発明は、被測定配管に面する超音波探触子の面がほぼ配管の曲率と等しいことを特徴とする請求項1乃至3のいずれか1項記載の小径配管溶接部の超音波探傷検査装置としたものである。請求項5に係わる発明は、超音波探触子内の超音波の発信部をなす圧電素子の形状が、検査する被測定配管と同心円の曲面を有することを特徴とする請求項1乃至4のいずれか1項記載の小径配管溶接部の超音波

探傷検査装置としたものである。

【0010】そして請求項6に係わる発明は、超音波探触子を配管溶接部近傍に設置し、超音波探触子に具備された超音波の発信部から縦波又は板波の超音波を被測定配管の軸方向に角度をもって発信し、該発信した超音波を受信部で受信した後、超音波探触子を被測定配管の中心軸を中心に一定間隔回転させ、再度同様に超音波を発信、受信し、以後繰り返して逐次所定角度回転し、全周の各角度位置で超音波の発信・受信をして、各回転角度位置での溶接部所定検査対象範囲の受信波量を数値積分演算して溶接部の良否を評価することを特徴とする小径配管溶接部の超音波探傷検査方法としたものである。

【0011】

【発明の実施の形態】本発明の小径配管溶接部の探傷検査装置の実施形態の一例を図1及び図2を参照して説明する。図1は本発明の小径配管溶接部の超音波探傷検査装置を説明する系統概略図である。又図2は、本発明装置に使用するデータ収録処理部の一例を説明する系統略図である。本発明の小径配管溶接部の超音波探傷検査装置は図1に示す如く、溶接部の不良箇所を検査測定する測定部1と、該測定部1と連結して測定部1からの測定データを収録して演算したりするコンピュータ部、測定部の駆動を制御する駆動制御部等よりなるデータ収録処理部21よりなっている。

【0012】前記測定部1は、超音波を発信する超音波発信部2aと、又該発信部2aより発した超音波の反射波を受信する超音波受信部2bとが配されてなる超音波探触子2と、超音波探触子2を一定の間隔で回転させる走査機構部4と、前記超音波探触子2を被測定配管Pの外周壁P<sub>0</sub>に接触固定させるクランプの如き固定手段3とから構成されている。そしてこの走査機構部4は、前記固定手段3に固定連結されているハウジングH内に配設されていて、超音波探触子2を被測定配管Pの外周方向に沿って回転移動させるための回転駆動モータ5と、その回転角度を所定する角度に移動制御する回転検出エンコーダ6から構成されている。そして前記回転駆動モータ5の回転は、動力歯車7や中間歯車8を介して周方向回転歯車9に伝達する。該周方向回転歯車9は、その中心部に被測定配管Pを挿通して配置せしめるために挿通部9cが設けられ、又内周部に穿溝された回動ガイド溝9bが前記クランプ3に固定連結してなるハウジングHに連設された台座H<sub>0</sub>に設けた支軸10、10に回動自在に支持されている。又、前記周方向回転歯車9の側面9aには基板11を介して超音波探触子2が固定されている。

【0013】このようにしてなる測定部1は、前記回転駆動モータ5の駆動により、動力歯車7や中間歯車8を介して周方向回転歯車9に回転が伝達され、該周方向回転歯車9の回転駆動により、この側壁に固定連結された超音波探触子2が被測定配管Pの外周壁P<sub>0</sub>の周りを回

転する。

【0014】以上のように構成された測定部1での超音波探触子2が受信した超音波を数値化するためのデータを収録処理したり、超音波探触子2の駆動を制御するため、前記超音波探触子2、回転駆動モータ5及び回転検出エンコーダ6と連設してデータ収録処理部21が設けられている。このデータ収録処理部21についてその一例を図2の系統略図を参照して説明する。本発明装置のデータ収録処理部21は、前記回転駆動モータ5及び回転検出エンコーダ6の走査機構部4と連設して回転走査を制御する駆動制御部22、超音波探触子2に設けた発信部2a及び受信部2bと連設される超音波送受信部23、受信された反射波の波形をデジタル化するため前記超音波送受信部23に連設されてなる波形デジタル化回路24、及びこれら駆動制御部22、超音波送受信部23、波形デジタル化回路24と連設してデータを収録・演算処理したり、測定操作を記憶、指示するコンピューター25から構成されている。

【0015】次に測定部1とデータ収録処理部21の関係を実動作に沿って説明する。コンピューター25に検査開始の入力があると、駆動制御部22が始動して測定部1の回転駆動モータ5に電流が流れ、これを回転せしめる。そして、この回転により、動力歯車7、中間歯車8を介し周方向回転歯車9が回転し、これとともに超音波探触子2の回転が始まる。一方これとともに駆動制御部22では回転検出エンコーダ6からの信号を得て、回転位置をコンピューター25に出力するための位置変換が行われる。

【0016】コンピューター25は、回転位置が予め設定して記憶せしめておいた所定ピッチに達すると回転を停止させるよう駆動制御部22に指示するとともに、超音波の送受信を開始する指示を超音波送受信部23に送る。そこで超音波送受信部23から発信パルスが出力され、超音波探触子2内の発信部2aの圧電素子が振動する。そして本発明に使用する超音波は縦波(T)を用い、縦波(T)の超音波を溶接部Wに向い、被測定配管Pの軸方向(長さ方向)に対し角度( $\alpha$ )をもって入射することを特徴としている。

【0017】縦波(T)は横波(Y)に変換される特性を有しているため、縦波(T)が被測定配管Pの内面と外面で反射しながら配管P内を進む過程において、瞬時に次々と横波(Y)に変換される。横波(Y)は指向性が高い波であるため、配管Pの板厚部全体にわたって横波(Y)が伝播している状態となる。そのため超音波として直進性を有する横波(Y)を入射した時に必要であった超音波探触子2を被測定配管Pの軸方向(長さ方向)に移動させる動作は必要なく、固定したまま溶接部Wの検査を行うことができる。

【0018】以上の如き測定操作方法は、超音波として板波(I)を用いることでも同様に行うことができる。

板波(I)は超音波を発生する圧電素子の取り付け角度を変更することにより発生せしめることができるが、横波(Y)の振動が板全体に対して生じた波であるため、管の場合には肉厚全体を進行する音波となる。これにより、超音波探触子2を固定したまま溶接部Wの全体の検査を行うことができる。

【0019】縦波(T)と縦波(T)から変換された横波(Y)は、溶接部Wに欠陥が無い場合には、被測定配管Pの内面と外面のみで反射しながら進むため、超音波探触子2に瞬時に戻ってくることはない。しかし溶け込み不足等による不良が溶接部Wに有り、被測定配管Pの内面から外面方向に向って未溶接部が存在する場合には、横波(Y)は未溶接部から先に進むことができず、未溶接部で反射し、超音波探触子2に戻ってくる。そしてこの戻ってきた横波(Y)は超音波探触子2内にある受信部2bで受信する。被測定配管Pの溶接部Wでの未溶接部の長さが長い場合には、多くの横波(Y)が反射し、超音波探触子2に戻ることで、欠陥の深さに応じてその受信量は変化する。

【0020】このようにして超音波探触子2の受信部2bで受信した横波(Y)は超音波送受信部23に送信され該送受信部23で増幅される。そして波形デジタル化回路24に送られて、該回路24で超音波信号の周波数の2倍以上のサンプリング周波数で連続的にAD変換され、コンピューター25へ入力される。コンピューター25では、この波形データをメモリに保存する。

【0021】このような測定操作で一つの位置での測定が済むと、コンピューター25よりの指示により駆動制御部22を介して、走査機構部4の回転駆動モータ5と回転検出エンコーダ6が作動し、超音波探触子2は被測定配管Pの中心を回転軸として一定角度回転して次の測定位置に移動する。回転移動後、前記と同様にデータ収録処理部21のコンピューター25の指示により、超音波送受信部23を介して同様に超音波探触子2の発信部2aから縦波(T)を発信し、その移動位置での溶接部Wの状態を測定する。この様に次々と予めコンピューター25に記憶せしめて設定しておいた所定ピッチで繰り返し回転移動し、各移動位置で縦波(T)を被測定配管Pの軸方向に沿って角度 $\alpha$ をもって入射することにより、被測定配管Pの一周に亘った、溶接部W全体の測定のデータを得ることができる。

【0022】このようにして、特定の測定位置における溶接部の検査対象範囲 $W_L$ で、超音波探触子2の受信部2aに受信され、超音波送受信部23及び波形デジタル化回路24を介してコンピューター25に収録された波形データは、例えば全波整流して表すと図3の如き超音波発信部2aからの距離に対する反射波の相対的量のグラフを得る。図3のグラフで横軸に発信部2aからの超音波進行行程距離(超音波ビーム路程)(mm)、縦軸に反射波の相対的量を目盛り付けしたものである。即ち超

音波探触子2の内部にある発信部2aである圧電素子から斜め方向に入射された超音波は、被測定配管Pの板厚内を進行する。そして先ず溶接部W付近から粒界ノイズとともに反射波(ア)が得られ、その後遅れて溶接部Wに欠陥があると、その欠陥から反射波(イ)が得られる。続いてこれらに遅れて受信される反射波(ウ)は溶接部Wより更に先で反射されたもの、又は伝播速度の遅い波が反射されたものである。

【0023】この中で検出対象とするのは、溶接部W付近からの反射波(ア)以後最初に反射してくる波であり、この部分を明確にするため検査対象範囲 $W_z$ を設定する。この検査対象範囲 $W_z$ の設定は、予めその範囲を予備的試験で位置決めしておきコンピュータ25記憶して置くことが好ましい。検査対象範囲 $W_z$ の設定にあたっては、通常は被測定配管Pの端部等を利用して、端部での超音波の送受信により反射波が得られる範囲に5mm程度を加えた範囲に設定する。この時、探触子2と被測定配管Pの端部の位置関係は、実際に探触する時の探触子2と溶接部Wの位置関係とはほぼ同じであれば良い。このようにして得られる検査対象範囲 $W_z$ の反射波に含まれる波形データをコンピュータ25で数値積分して加算し、この測定点の評価値とする。なお、オーステナイト系ステンレス鋼の溶接部では、溶接時にできる結晶粒界の反射ノイズがあるため、反射信号の有無だけでは溶接部の評価はできない。そのため、予め算出しておいた健全な溶接部の評価値を基準値として設定し、この基準値と照合比較し、その差により総合的な評価を行う。かくして、各ピッチ毎に評価基準値ラインを設け、測定値のラインがこの基準値を越えるかどうかで、溶接部の健全性を確認することができる。

【0024】この様に超音波探触子2を被測定配管Pに接するように走査機構部4を取付け、コンピュータ25に始動指示を行うだけで、順次各測定点において縦波(T)又は板波(L)の超音波を発生させ、溶接部Wのデータを得ることができる。従って、超音波探触子2を被測定配管Pの軸方向(長さ方向)に移動させる必要はない。又溶接部Wの一つの測定点を検査した後、自動的に次の測定点に超音波探触子2を回転させ配することができるので、溶接部全周を短時間で検査し得るとともに、定量的にも評価することができるという優れた検査方法を提供し得る特徴を有する。

【0025】

【実施例】本発明の小径配管溶接部の超音波探傷装置の性能を確認するため、

① 実施例1として、健全な突き合わせ溶接をした被測定配管 $P_0$ を作製し、この溶接部を本発明装置を使用して検査し、

② 実施例2として溶け込み不足の突き合わせ溶接した被測定配管 $P_0$ を作製し、この溶接部を本発明装置を使用して検査した。

【0026】[実施例1] 直径3/8インチ、肉厚1mmのSUS316を用い、健全な突き合わせ溶接を行った。そして、これで得られた健全な突き合わせ溶接をした被測定配管 $P_0$ を、本発明の小径配管溶接部の超音波探傷装置により検査した。検査する測定位置の回転ピッチは6度とし、一つの溶接部Wである配管一周360度を60個所にわたって検査を行うように設定した。超音波探触子2は溶接金属から1ミリ離れた位置に取付けた。今回配置位置は溶接金属から1ミリとしたが、この配置位置は溶接部近傍であればよく、厳密に規制する必要はない。使用した超音波の周波数5MHzの縦波を発信せしめた。

【0027】この健全な溶接をした配管 $P_0$ についての検査データを、図4及び図5に示す。図4は配管頂部より時計針回動方向に角度12度回転移動した位置における溶接部Wのデータである。X軸は超音波の到達時間と超音波の速度から換算した発信部2aからの距離(mm)を示し、Y軸は受信した超音波の反射波の相対的受信量を示す。検査開始後、超音波進行行程距離(超音波ビーム路程)が約22mmから37mmの間の距離を検査対象範囲 $W_z$ とした。これは超音波探触子2を溶接部Wから数ミリの所に配した時に、超音波が溶け込み不足の部分に反射して探触子2に返ってくる距離である。この間の超音波の波を積分しその部分の溶接部Wを評価している。

【0028】このようにして、配管 $P_0$ の溶接部Wの全周にわたる各回転角度位置において、上記図4に如き測定で得られたデータに基づいて、各測定位置における検査対象範囲 $W_z$ での反射波の受信量の積分値を、その位置での評価値として測定位置に対応して図示したのが図5である。図5中の同心円(あ)、(い)、(う)は積分値(評価値)の目安値を示すもので、同心円(い)が基準値を示すものであり、この基準値より大きい評価値、即ち同心円(い)をはみ出し同心円(う)に近づく値は欠陥溶接部が存在しているものと評価判断される。一方基準値より小さい評価値、即ち同心円(い)内にあって同心円(あ)に近づく値であるときは、欠陥溶接部の存在が無いものと評価判断される。

【0029】この実施例1での配管 $P_0$ では、図5での同心円(い)の基準値は4500として設定され、各測定点での評価値はこの基準値の同心円(い)内にあって、同心円(あ)に近い値を示しており、欠陥溶接部が存在しない健全な突き合わせ溶接が形成されていることを示している。なおこの溶接部Wの内表面は、厳密に言うところ、被溶接金属の溶融部が重力の影響を受けるため溶接時の配管設置状態により変わる。例えば配管を水平にして溶接した場合、上部の溶接金属は重力のため配管内面方向に向って若干凸状態となり、下部は配管外方向に向って若干凸状態となり、完全に素管配管内面と同等の円状態とはならない。しかしすべて基準値内であり、欠

陥として見られる溶接箇所は見当たらない。そしてこのデータを結晶粒界の反射ノイズとして設定した。

【0030】[実施例2] 次に、実施例2として、溶け込み不足を有した被測定溶接配管 $P_8$ をサンプルとして製作した。この溶接に供した配管は、実施例1と同様に直径3/8インチ、肉厚1mmのSUS316を用い、溶け込み不足を有する突合わせ溶接を行った。そして、これで得られた配管 $P_8$ を、本発明の小径配管溶接部の超音波探傷装置により検査した。検査する測定条件は実施例1と同様にした。即ち、検査する測定位置の回転ピッチは6度とし、一つの溶接部Wである配管一周360度を60個所にわたって検査を行うように設定した。超音波探触子2は溶接金属から1ミリ離れた位置に取付けた。今回配置位置は溶接金属から1ミリとしたが、この配置位置は溶接部近傍であればよく、厳密に規制する必要はない。使用した超音波は周波数5MHzの縦波を発信せしめた。

【0031】溶け込み不足を有した配管 $P_8$ についての検査データを、図6及び図7に示す。図6は、角度0度における溶接部のデータである。検査対象範囲 $W_2$ で受信した超音波の相対的受信量が非常に多くなっていることが判る。かかる検査を各角度位置において行って、各角度位置の検査対象範囲 $W_2$ での超音波の反射受信量を積分して、その積分値を各角度位置に対応して図示したのが図7である。この図7は、前記実施例1での図5に示した図と同様に、3つの同心円(あ)、(い)、

(う)で、検査対象範囲 $W_2$ における反射波の受信量を積分した値(評価値)を評価するための目安値が示されている。そして同心円(い)が基準値で図5と同様4500を示している。

【0032】この実施例2での溶け込み不足の溶接部を有する配管 $P_8$ では、各角度位置の測定点での評価値はこの基準値の同心円(い)の外にあって、同心円(う)に近い値を示しており、欠陥溶接部が存在することを明らかに示している。更にこれを実施例1の健全な突き合わせ溶接が形成されている配管 $P_6$ の検査データを示す図5と比較照合すると、各角度位置において、溶け込み不足等の溶接欠陥が存在することが、より一層明白に判断することができる。

【0033】これら実施例1及び実施例2での上記検査において、配管に超音波探触子2を設定して、溶接部全周にわたって検査が終了するまで要した時間は、約60秒であり、非常に短時間で検査を終えることができた。

【0034】上記各実施例に於いては、外径3/8インチ、肉厚1mmの配管を回転角度6度ピッチにて検査を行い、計算上外周に沿った溶接線上を幅0.4mmづつずらしながら超音波の送受信を行なっているものであるが、超音波探触子2内の発信部2aである圧電素子は3mmの幅を有しているため、実際には同一のポイントを7回〜9回超音波の送受信を行なっていることになる。

従ってその測定箇所の近傍複数点を平均化することによって、より正確な結果を得ることができる。しかも、欠陥との判別を難しくする擬似エコーは、超音波探触子2を少しずらすと消失することが多く、平均化することによって、擬似エコーの影響も低減することができる。各実施例1及び2での図5及び図7のグラフは、このようなことから各角度位置の測定点を中心にその近傍である9つの位置のデータを平均化して表したものである。

【0035】又、上記各実施例では3/8インチのステンレス配管を用いたが、小径配管になるにしたがって、その曲率は大きくなる。超音波探触子の配管に接する面を平面にすると、超音波探触子と配管は線接触となり、この場合、超音波探触子と配管の少しのずれによって、受信する超音波の量に影響を及ぼしてしまう。従って、超音波探触子の配管に接触する面は、配管の曲率とほぼ同じ曲率を有していることが望ましい。しかし超音波探触子3の配管に接触する面の曲率は、それに限定されるものでなく、配管の曲率よりも小さければよい。

【0036】更に、超音波探触子2内の発信部2aを構成する圧電素子の曲率を、検査する配管の曲率の同心円上にある曲率としているため、この圧電素子から発生する超音波は効率よく配管に伝えることができる。そして又、設備される配管は必ずしも直管でないため、このような場合でも、直管でない被測定配管に接するよう配する必要がある超音波探触子2には、弾性部材等を用いて該超音波探触子2を配管に押設せしめるよう付勢している構造とすることが望ましい。このように付勢する構造とすることによって、配管の如何なる位置に於いても、超音波探触子2を配管にほぼ密着せしめることができる。

【0037】上記した各実施例では、超音波探触子2は発信部2aと受信部2bを兼ね備えていて、溶接部の欠陥で反射してきた超音波を溶接部の欠陥として認識した。しかし例えば測定する配管の直管部が短い等の理由から、超音波探触子2を小さくする必要があり、超音波探触子2が発信部2aと受信部2bを兼ね備えることができない場合には、溶接部を挟み発信部2aと受信部2bとを配置し、反射波を受信せずに、直進してくる超音波を受信して超音波が多い場合には健全な溶接部を有しているという判断をすることもでき、配管の直管部の長さ、検査スペースの有無等により随時選択して使用すればよい。

【0038】

【発明の効果】本発明は、上記した形態で実施され、以下の如き効果を奏する。検査のために発信する超音波として縦波又は板波を用い、そして被測定配管の軸方向(長さ方向)に沿って角度を持って入射するようにしたので、超音波探触子を配管長さ方向に動かす必要はなく、確実に配管溶接部における開先部の残存の有無を検査することができる。従って、溶接にあたって入熱不足

による溶け込み不足、溶接線のずれ、ならびに異種材料から生じる片溶け込みにより配管内壁面端部に未溶融部分が生じたとしても、本発明の小径配管溶接部の超音波探傷試験装置を用いることにより、直ちに探知することができる。

【0039】又、駆動制御部を有することにより、溶接線全周にわたって自動的に短時間で定量的な試験を行うことができる。さらに、超音波探触子に弾性部材を付け配管方向に付勢することにより、溶接部付近が直進でなくとも、精度良く試験することができる。そして配管と接触する超音波探触子の面を配管とほぼ同じ曲率を有した面とすることで、一層精度を良く試験することができる。その上更に、超音波透過試験では、良否の判断が困難なオーステナイト系ステンレス鋼においても、S/N比が十分明確な値で得られる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の小径配管溶接部の超音波探傷検査装置を説明する系統概略図である。

【図2】 本発明装置に使用するデータ収録処理部の一例を説明する系統略図である。

【図3】 溶接部の検査対象範囲 $W_z$ において、反射された反射波の相対的受信量を説明するのグラフ。

【図4】 実施例1の健全な突き合わせ溶接部を有する配管での溶接部について、特定測定位置の検査対象範囲

$W_z$ において反射された超音波の相対的受信量のグラフ。

【図5】 実施例1の健全な突き合わせ溶接部を有する配管での溶接部について、配管全体にわたって測定した検査対象範囲 $W_z$ における反射量の積分値を各測定位置に対応して示したグラフ。

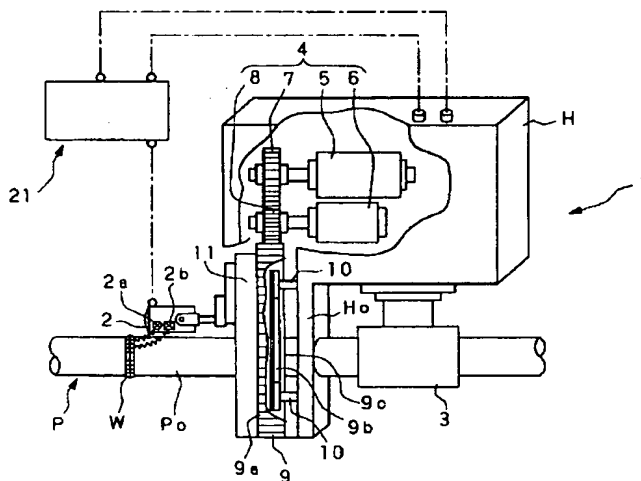
【図6】 実施例2の溶接欠陥を有する溶接部を有する配管での溶接部について、特定測定位置の検査対象範囲 $W_z$ において反射された超音波の相対的受信量のグラフ。

【図7】 実施例2の溶接欠陥を有する溶接部を有する配管での溶接部について、配管全体にわたって測定した検査対象範囲における反射量の積分値を、各測定位置に対応して示したグラフ。

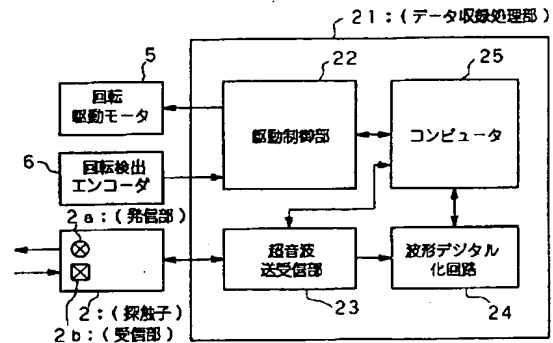
#### 【符号の説明】

1…測定部、 2…超音波探触子、 2a…発信部、  
2b…受信部  
3…固定手段、 4…走査機構部、 5…回転駆動モータ、6…回転検出エンコーダ、 7…動力歯車、 8…中間歯車、9…周方向回転歯車、 9b…回転ガイド溝、 9c…挿通部、 10…支軸、 11…基板、  
21…データ収録処理部、 22…駆動制御部、23…超音波送受信部、 24…波形デジタル化回路、25…コンピュータ、 H…ハウジング、 H<sub>0</sub>…台座、 P…被測定配管、 W…溶接部、  $W_z$ …検査対象範囲

【図1】

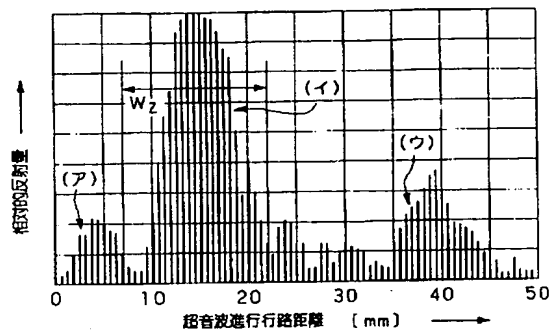


【図2】

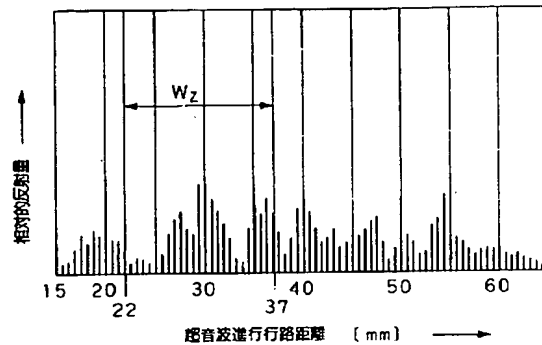




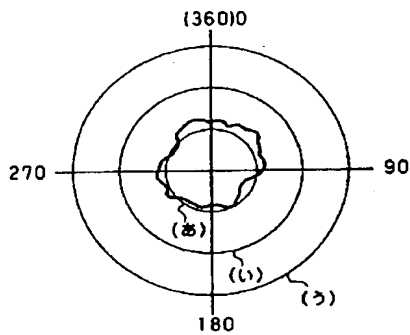
【図3】



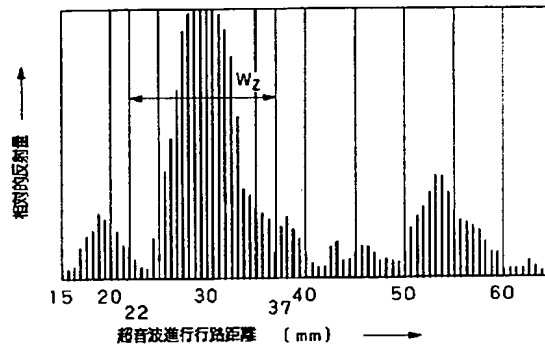
【図4】



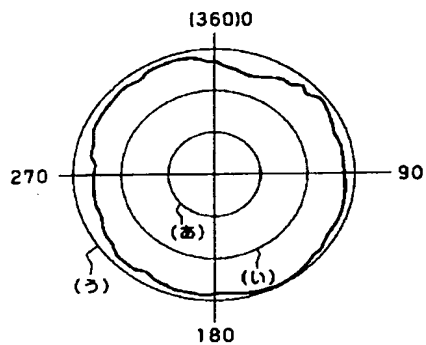
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 中村 幸司  
東京都港区西新橋1丁目16番7号 日本酸  
素株式会社内

(72)発明者 久下 幹雄  
東京都江戸川区東葛西6丁目2番3号 株  
式会社アспект内

Fターム(参考) 2G047 AB01 AB07 BB02 BC02 CA01  
CB01 CB04 EA09 EA10 GA19  
GB04 GG09 GG14 GG19